



Universidad de Valladolid

FACULTAD DE FISIOTERAPIA DE SORIA

Grado en Fisioterapia

TRABAJO FIN DE GRADO

**EI BOSU COMO HERRAMIENTA DE
VALORACIÓN EN LA INESTABILIDAD
FUNCIONAL DE TOBILLO**

Autora: Ainara Leceta Marañón

**Tutores: M^a Teresa Mingo y
Cristian Caparrós.**

Soria, a 12 de septiembre de 2018

INDICE

GLOSARIO DE ABREVIATURAS

RESUMEN

1. INTRODUCCIÓN	1
1.1 Anatomía de la articulación del tobillo	2
1.2 Fisiopatología del ELT	3
1.3 Inestabilidad crónica de tobillo: mecánica y funcional.	4
1.4 Pruebas de evaluación en la IFT	6
1.5 Tratamientos fisioterápicos en la actualidad	8
1.6 Superficies inestables: foam y BOSU	9
1.7 Justificación	10
2. OBJETIVOS.....	11
2.1 Hipótesis y pregunta de investigación.....	11
2.2 Objetivos.....	11
3. DESARROLLO DEL TRABAJO.....	12
3.1 Material y métodos.....	12
3.1.1 Ámbito del estudio.....	12
3.1.2 Periodo de estudio.....	12
3.1.3 Tamaño muestral	12
3.1.4 Métodos	12
3.1.5 Participantes	13
3.1.6 Criterios de inclusión	13
3.1.7 Criterios de exclusión.....	14
3.1.8 Instrumentación	14
3.1.9 Procedimiento del estudio	15
3.2 Evaluaciones	16
3.3 Resultados y discusión	20
4. CONCLUSIÓN	29
5. BIBLIOGRAFÍA	32
6. ANEXOS.....	37
ANEXO I. Consentimiento informado	37
ANEXO II. Encuesta criterios de inclusión y exclusión	39
ANEXO III. Versión Española del CAIT.....	40
ANEXO IV. Test de hiperlaxitud de los 9 puntos.....	41
ANEXO V. Ficha de evaluación	42

GLOSARIO DE ABREVIATURAS

AI: Ankle Instability Instrument.

AJFAT: Ankle Joint Functional Assessment Tool.

BESS: Sistema de puntuación de error de equilibrio.

BOSU: Both Sides Utilized.

CAIT: Cumberland ankle instability tool.

CAIS Chronic Ankle Instability Scale.

COP: Center of pressure.

ELT: Esguince lateral de tobillo.

FAAM: Foot and Ankle Ability Measure.

FAIQ: Foot and Ankle Instability Questionnaire.

FAOS: Foot and Ankle Outcome Score.

ICT: Inestabilidad crónica de tobillo.

IFT: Inestabilidad funcional de tobillo.

IMT: Inestabilidad mecánica de tobillo.

LAC: Ligamento astrágalo calcáneo.

LD: Ligamento deltoideo.

LPAA: Ligamento peroneo astragalino anterior.

LPAP: Ligamento peroneo astrgalino posterior.

LPC: Ligamento peroneo calcáneo.

MI: Miembro inferior.

OA: Ojos abiertos.

OC: Ojos cerrados.

ROM: Range of movement.

SEBT: Star Excursion Balance Test.

SNC: Sistema nervioso central.

RESUMEN

El ELT es una de las lesiones más frecuentes en los sujetos físicamente activos y hasta casi el 44% de estos sujetos permanecen con síntomas como dolor e inestabilidad por lo que son más susceptibles de sufrir nuevos episodios de esguince y acabar desarrollando una ICT. Además, un alto porcentaje de estos sujetos acaban desarrollando una IFT en la cual hay una alteración propioceptiva que se ha relacionado con la disminución del equilibrio. La aplicación del BOSU es común en la última fase del tratamiento de estas lesiones para la recuperación del déficit somatosensorial. No obstante, se desconoce su uso como herramienta de evaluación junto con otras superficies inestables como el foam.

El objetivo principal de este estudio es conocer, a través del test de apoyo unipodal sobre el BOSU, evaluado en condiciones de OA y OC, y registrando el tiempo de la prueba, si existen diferencias en la capacidad de mantener el equilibrio entre sujetos con IFT y sujetos sin alteraciones propioceptivas. Otro de los objetivos, es poder conocer las exigencias que ofrecen las distintas superficies para estos dos grupos durante el test de apoyo unipodal comparando los tiempos entre grupos e intragrupo al comparar el lado afecto con el no afecto y el miembro dominante con el no dominante.

Se tomó una muestra de 30 sujetos y se clasificaron en dos grupos; con IFT y sujetos sanos. Se les realizó el test de apoyo unipodal en tres superficies diferentes: el suelo, el foam y el BOSU en condiciones de OA y OC. Se registró el tiempo que los sujetos fueron capaces de permanecer realizando el test en cada una de las condiciones y se repitieron las mismas pruebas para ambos MI en cada uno de los participantes.

Se analizó el mejor tiempo de cada prueba en cada sujeto a través del análisis estadístico ANOVA y se determinaron valores significativos cuando las diferencias eran $p < 0,05$. Se obtuvieron resultados significativos en el test de apoyo unipodal sobre el BOSU con OA, al comparar ambos grupos e intragrupo en ambos casos. Al aumentar las demandas del sistema somatosensorial a través de superficies como el BOSU que aumentan la complejidad de la prueba, las diferencias entre el miembro dominante y el no dominante se hacen más destacables y la capacidad del miembro con IFT para mantener el equilibrio disminuye. El tiempo, ya ha sido analizado previamente como criterio para el diagnóstico fisioterápico pero las diferencias en las medias en comparación con otros estudios evidencian que es necesario seguir investigado al respecto.

En definitiva, el test de apoyo unipodal y el tiempo, junto con las superficies inestables permiten establecer diferencias en la capacidad de mantener el equilibrio entre sujetos con IFT y sin esta lesión. Sin embargo, son necesarios estudios que investiguen al respecto para poder concretar acerca de los tiempos y las condiciones de la prueba.

1. INTRODUCCIÓN

El esguince lateral de tobillo (ELT) es la lesión musculoesquelética más prevalente en la población que realiza actividad física¹. Constituye más del 40% de las lesiones deportivas y supone entre el 20 y el 30% de todas las lesiones deportivas que acuden a los servicios de urgencias hospitalarias²⁻⁴. Por lo tanto, este problema implica gastos tanto a nivel económico como social¹.

Los jóvenes son más susceptibles de sufrir esta lesión y la padecen con mayor frecuencia ya que se asocia a la práctica de actividad física. Si bien el ELT ha demostrado ser la lesión más común entre la población físicamente activa, la prevalencia del ELT no se trata solo de una lesión asociada exclusivamente a los grupos de atletas que realizan deporte o grupos de competición, de hecho, los datos de la incidencia epidemiológica mundial señalan que se produce un esguince de tobillo por 10.000 personas al día^{1,2}.

Así mismo, el ELT es más frecuente en el rango entre los 21-30 años de edad probablemente relacionado con el aumento de la práctica deportiva en las personas en este rango de edad^{1,4,5}. La mayor incidencia en mujeres se da entre los 10 y los 14 años con una incidencia de 5,4/ 1000 personas al año, mientras que en el caso de los hombres la mayor incidencia se da entre los 15 y 19 años con una incidencia estimada de 8,9/1000 personas al año².

Cuando se produce un ELT, se presentan una serie de síntomas los cuales suelen remitir en un periodo relativamente corto, como son la inflamación y el edema que aparecen por el daño de los tejidos que conforman la articulación⁶. Por ello, con frecuencia la persona que ha sufrido un ELT regresa a las actividades tras este breve periodo. Puede ser considerada una lesión inocua de la cual los sujetos son capaces de recuperarse relativamente rápido¹. Sin embargo, debemos de considerar que el retorno a las actividades previas a la lesión no siempre ocurre con las capacidades funcionales óptimas para ello, es decir, la reincorporación a las mismas no garantiza el éxito de un tratamiento y no asegura la recuperación funcional completa, ya que pueden permanecer el dolor y una disminución de la función¹. La importancia de esta patología radica en los síntomas o secuelas que presentan casi la mitad de los sujetos con antecedentes de ELT ya que es común que estos pacientes presenten una disminución en la estabilidad del tobillo que permanece meses después de la lesión, lo que aumenta la susceptibilidad de estos sujetos a torcerse el tobillo y a sufrir esguinces de manera recurrente⁷. Hasta casi el 44 % de los sujetos que han sufrido

un esguince lateral de tobillo, permanecen con secuelas como dolor, inestabilidad mecánica o funcional^{4,7}.

Cuando tras un ELT, no se realiza un tratamiento fisioterápico o éste no se lleva a cabo correctamente, una vez que remiten los síntomas que aparecen en la fase aguda, en los próximos meses suelen presentarse una serie de secuelas; inestabilidad, disminución de la función y un déficit sensoriomotor, que restringen las actividades durante los siguientes meses e incluso años después de haber sufrido la lesión^{1,7}. Los sujetos que padecen estas alteraciones, cursan con una disminución del equilibrio, del control motor y de la coordinación, debido a la existencia de una alteración a nivel propioceptivo que impide la recuperación de la completa funcionalidad^{6,7}. Estos hallazgos, predisponen a los sujetos a sufrir un nuevo episodio de esguince o torcedura de tobillo además de aumentar la probabilidad de desarrollar una inestabilidad crónica en esta articulación, éstos pueden ser consecuencia de un solo ELT^{1,6,8}.

1.1 Anatomía de la articulación del tobillo

El tobillo es una articulación situada a nivel distal de las extremidades inferiores que permite que el cuerpo contacte con el medio en el que se encuentra⁹. Es la base de sustentación del aparato locomotor y gracias a su anatomía y biomecánica permite adaptar la marcha a las distintas superficies, ya que se trata de una articulación flexible y rígida dependiendo de la función que cumpla en base a las necesidades que requiera la situación⁹.

El tobillo es una articulación compleja de tipo bisagra², formada por otras articulaciones: tibiotalariana o tibioperoneoastragalina, la tibioperonea inferior y subastragalina. Las estructuras que forman estas articulaciones son la tibia, el peroné, el astrágalo y el calcáneo, además de una compleja red ligamentosa y cápsulas articulares que se encargan de brindar estabilidad y propiocepción haciendo que esta sea una articulación congruente^{1-3,9}.

Articulación tibiotalariana: Las superficies articulares de la tibia y el peroné forman la mortaja en la cual articula la tróclea astragalina. Biomecánicamente, al realizar la flexión dorsal el astrágalo encaja en la mortaja siendo la posición más estable de la articulación. Al realizar la flexión plantar el astrágalo desciende y existe un mayor espacio entre superficies articulares, al tratarse de una posición menos estable el resto de estructuras que forman la articulación como el complejo ligamentoso y los músculos estabilizadores tienen una mayor activación. Por ello, el mecanismo lesional más frecuente es la inversión junto con la flexión plantar, ya que es el momento donde la articulación se encuentra menos estable y hay mayor compromiso a nivel ligamentoso⁹.

Articulación tibioperonea inferior: Está formada por las superficies articulares de la tibia y el peroné además del ligamento interóseo que los une⁹.

Articulación subastragalina: Está formada por dos articulaciones astragalocalcánea anterior y posterior. La cabeza del astrágalo se aloja en las facetas anterior y posterior del calcáneo formando el acetabulum pedis junto con la superficie posterior del hueso navicular. La cabeza del astrágalo está sujeta por complejo ligamentoso que brinda estabilidad. En la articulación posterior, la faceta cóncava del astrágalo se articula con la faceta convexa del calcáneo. Un fallo en el funcionamiento de los ligamentos astrágalo calcáneo (LAC) y ligamento peroneo astragalino anterior (LPAA) provocan un fallo en la alineación del astrágalo durante la marcha y como consecuencia puede ocurrir una inestabilidad en la articulación. Una alteración en el ligamento peroneo calcáneo (LPC) aumenta la movilidad articular haciendo que la articulación sea más inestable^{9,10}.

El LPAA, ligamento peroneo astragalino posterior (LPAP) y el LPC son los responsables de brindar estabilidad en la parte externa de la articulación ya que forman el ligamento lateral del tobillo. El LPAA es el más débil y por lo tanto el que se lesiona con mayor frecuencia ante mecanismos de inversión y flexión plantar donde se ve sometido a un mayor estrés^{2-4,6,10}. En la parte interna el ligamento deltoideo (LD) que está formado por cuatro bandas ligamentosas es el que mantiene la estabilidad ante los movimientos de eversión y es el más resistente del complejo junto con el LPAP^{1,2,7}.

Como ya se ha mencionado, el mecanismo lesional más frecuente es el mecanismo de inversión y flexión plantar, cuando esto sucede la carga fisiológica se desplaza tensionando el LPAA que en condiciones normales emplea un 1/3 de la fuerza y sufre entre 2-5% de deformidad¹. Por el contrario, el mecanismo de eversión es el que compromete al LD^{1,6,7}.

1.2 Fisiopatología del ELT

Cuando se produce un esguince, ocurre una distensión ligamentosa que sobrepasa los límites fisiológicos ocasionando microrroturas o roturas completas de los mismos. Además, cambios macroscópicos y microscópicos e incluso los tendones que forman parte de la articulación pueden llegar a afectarse¹¹. El cuadro clínico de esta lesión se clasifica dependiendo del grado de afectación que tiene en cuenta la afectación estructural de la zona lesionada, según criterios de gravedad:

Esguince de I grado: los de mayor incidencia junto con los esguinces de grado II. Las fibras de los ligamentos que conforman la articulación sufren un estiramiento sin desgarro

macroscópico o se afectan de manera leve (microdesgarros). Se acompaña de inflamación y sensibilidad dolorosa, sin o con pérdida mínima de la funcionalidad^{2,3,6,11}.

Esguince grado II: ocurre una rotura parcial o incompleta de los ligamentos que conforman esta articulación, se afectan menos del 50% de las fibras¹. Los síntomas que acompañan a esta lesión son la equimosis leve, edema de las estructuras afectadas y movimiento y función limitadas parcialmente^{2,3,6,11}.

Esguince de III grado: cuando se produce una lesión completa e interrupción de la continuidad de todas las fibras ligamentosas, acompañado de edema y equimosis. Se caracteriza por que se produce una inestabilidad mecánica severa con impotencia funcional^{3,11}.

Dependiendo de la región comprometida se clasifican en:

Esguince lateral externo: es el más frecuente debido a que el mecanismo lesional de inversión y flexión plantar es el más común cuando se producen este tipo de lesiones.

Esguince lateral interno: es el que afecta al LD cuando la lesión es consecuencia de un mecanismo de eversión con flexión dorsal principalmente.

Ante un esguince, se produce un daño a nivel neuromuscular en el cual quedan afectados los receptores del complejo ligamentoso debido al estrés al que se han visto sometidos tras el mecanismo lesional. A nivel neurofisiológico, existe un daño en los mecanorreceptores y disminuye la velocidad de conducción nerviosa⁶. Consecuencia de estas alteraciones disminuye el control postural y la sensación de movimiento que provoca un aumento del riesgo de recidivas y aumenta la probabilidad de la inestabilidad crónica de tobillo (ICT). Además de la afectación ligamentosa también existe una debilidad a nivel de los músculos peroneos, que participan en la estabilidad de la articulación realizando la eversión, ya que disminuye su fuerza y su velocidad de reacción tras la lesión^{1,11,12}.

1.3 Inestabilidad crónica de tobillo: mecánica y funcional.

La ICT es la complicación más frecuente que surge como consecuencia del déficit propioceptivo que presentan 30-40% de las personas con antecedente de ELT¹². La ICT es una condición clínica que se caracteriza por la percepción subjetiva de los individuos de un tobillo anormal acompañado de síntomas como; esguinces recurrentes, dolor e inflamación constantes, frecuentes episodios de torceduras del tobillo afecto, y restricciones a la hora de participar en algunas actividades^{4,7}. Se trata de una de las complicaciones más frecuentes del ELT.

La ICT es una alteración que ocurre debido a una mala evolución del esguince de tobillo⁷, impidiendo a los individuos que la padecen regresar a sus actividades al nivel funcional óptimo, el mismo al que se encontraban antes de haber sufrido el ELT. Las alteraciones del equilibrio, la inestabilidad y los esguinces recurrentes habitualmente son catalogados como ICT. Cuando existe una inestabilidad crónica de tobillo, ocurre una alteración a nivel propioceptivo que impide la recuperación completa y la vuelta a todas las actividades, además de aumentar el riesgo de lesiones recurrentes. La propiocepción permite a los individuos tener la sensación de movimiento y ser conscientes de la posición articular. Es un fenómeno sensoriomotor puramente aferente y se mide a través de la sensación de posición articular, kinestesia y la sensación de fuerza¹².

La alteración de cualquiera de los receptores que quedaron dañados tras la lesión, provoca una alteración a nivel propioceptivo que se relaciona con un déficit del control postural y el equilibrio^{12,13}. Además, algunos estudios han demostrado que la capacidad de mantener el equilibrio durante el apoyo unipodal se ve afectada^{11,12,14}. Estas condiciones se deben a la falta de aferencias que provienen del sistema visual, vestibular y somatosensorial que mandan información al sistema nervioso central (SNC) asegurando un control postural adecuado, y como consecuencia el equilibrio también se ve afectado^{12,13}. Estas alteraciones pueden ser detectadas y evaluadas mediante distintas herramientas, ya que se han diseñado diferentes pruebas que asocian estos déficits con la ICT¹⁴.

Como consecuencia del ELT, pueden producirse dos tipos de disfunciones; inestabilidad mecánica (IMT) e inestabilidad funcional (IFT) o el conjunto de ambas^{11,12}. La primera de ellas se ha asociado a una laxitud articular patológica, ya que tiene lugar cuando a la alteración propioceptiva le sucede un compromiso en la laxitud ligamentosa^{2,11,12,15}. Como consecuencia el movimiento anormal de la articulación supera los límites fisiológicos. Ocurren una serie de cambios anatómicos como; laxitud patológica, alteración en la artrocinemática, cambios sinoviales y cambios degenerativos que predisponen a la IMT^{11,12}.

La IFT se asocia a un déficit sensoriomotor y neuromuscular que acompaña a la lesión de los ligamentos^{1,12,15}. Ésta se define como el movimiento anormal de la articulación que no supera los límites de movilidad. Además, no es detectable a la exploración como la IMT. La IFT se ha relacionado con alteraciones de balance y han predicho la lesión de esguince de tobillo en sujetos físicamente activos. Por ello, es importante poder identificar desde un primer momento la falta de equilibrio en relación a la IFT. No obstante, las investigaciones no muestran diferencias entre el pie contralateral y el tobillo con inestabilidad funcional, esto puede deberse a una sensibilización a nivel central que afecta a ambos miembros inferiores o a la falta de sensibilidad de la prueba⁸.

1.4 Pruebas de evaluación en la IFT

Ante una ICT antes de plantear el tratamiento es imprescindible realizar un buen examen físico que nos informe sobre los hallazgos y problemas principales de la lesión¹. Inicialmente nos ayuda a diferenciar entre IMT e IFT. El examen físico incluye; observación de la alineación del varo del retropié, la evaluación de la laxitud ligamentosa y el cavo del mediopié. También se deben valorar la fuerza muscular peronea y el movimiento del retropié. Cuando los hallazgos obtenidos no son suficientes, se realizan exámenes complementarios². Actualmente se emplea la artroscopia que realiza un diagnóstico diferencial confirmado de la IMT^{11,15}.

La alteración propioceptiva es un problema común en los pacientes con inestabilidad de tobillo y para evaluarla se emplea la maniobra de Romberg^{3,11,14,15} que consiste en mantener el equilibrio con los pies juntos en bipedestación y observar si hay alteraciones del balance al pedirle al sujeto que cierre los ojos. Este déficit conlleva una falta del control postural y del equilibrio que también debe ser evaluada, para ello existen diferentes métodos^{8,13}. Las pruebas que se emplean para el diagnóstico se clasifican como estáticas o dinámicas y se dividen en subgrupos en función de la aplicación o no de instrumentación. Entre las pruebas estáticas no instrumentadas se encuentran^{8,14}: *el sistema de puntuación de error de equilibrio (BESS), prueba de tiempo en equilibrio y prueba de elevación de pie. También existen pruebas con la plataforma de fuerza, como el test de equilibrio sobre una pierna* que a diferencia de las demás, esta última se realiza con instrumentación por lo que pueden ser medidas más costosas y menos accesibles. Como parte de las medidas dinámicas se incluyen: *Star Excursion Balance Test (SEBT), la prueba de salto lateral y la figura de 8 saltos*^{8,14}.

Se han desarrollado diferentes test que a través del apoyo unipodal pretenden evaluar el control postural, el equilibrio y la función sensoriomotora^{13,16}. Gracias a el trabajo realizado por Freeman et al¹⁷ se estableció la relación entre la alteración del equilibrio estático sobre una pierna y a la IFT mediante el test de Romberg^{8,14,17}. Por ello, las pruebas no instrumentales se aplican con frecuencia para valorar la IFT⁸. Con la intención de obtener información más objetiva sobre el equilibrio, también se han empleado plataformas de fuerza que permiten cuantificarlo. El test de apoyo unipodal sobre la plataforma de fuerza, aporta información objetiva para el análisis de resultados por lo que se emplea frecuentemente en las investigaciones para detectar déficits en el balance en relación a la ICT^{8,14,18}. La plataforma de fuerza, mediante el center o pressure (COP) nos informa de la fuerza reactiva que ejerce el cuerpo sobre el suelo y su distribución, por lo que se emplea para conocer la estabilidad y funcionalidad del tobillo de manera más objetiva^{8,18}. Sin

embargo, las plataformas de fuerza no son un instrumento accesible para todos los clínicos y además requiere mayor conocimiento sobre su manejo.

El test de apoyo unipodal: es una prueba en la que los individuos tratan de mantenerse en equilibrio en una superficie dura sobre una pierna. El objetivo es permanecer lo más inmóvil posible el mayor tiempo posible sin perder el equilibrio^{8,16}. Esta prueba se realiza con los ojos abiertos (OA) y los ojos cerrados (OC). Diferentes test emplean esta misma posición para el análisis del equilibrio, sin embargo, valoran diferentes aspectos de la postura y la ejecución en cada uno de ellos. Uno de los test que ha dado buenos resultados es el test de tiempo en equilibrio que consiste en medir el tiempo que los individuos son capaces de permanecer en posición de apoyo unipodal sin movimiento^{8,16}. Por la simplicidad de la prueba y el análisis de los resultados puede ser una prueba muy útil en la práctica clínica. A falta de estudios que comprueben su validez clínica esta prueba debería ser considerada como herramienta a ser investigada^{8,16}.

Las distintas pruebas que existen para la evaluación del equilibrio en sujetos con ICT permiten que todos los clínicos tengan a su disposición un gran abanico de herramientas para aplicar de acuerdo al contexto clínico en el que se encuentren. La diferencia se encuentra en la complejidad a la hora de realizar las pruebas y en las variables que cada prueba tiene en cuenta a la hora de valorar el equilibrio y analizar los resultados obtenidos.

Por otro lado, existen una serie de cuestionarios como instrumentos que se aplican para discriminar en un primer momento los sujetos que presentan IFT¹⁹. Mientras que para medir la IMT se puede hacer mediante distintas herramientas de forma objetiva, la IFT resulta más complicada de valorar por la falta de instrumentos que puedan valorarla de forma objetiva y específica. Por ello se han ido desarrollando cuestionarios para emplear en la clínica y se han modificado para mejorar su validez a la hora de evaluar mediante los mismos. A pesar de que son varios los cuestionarios que se describen en la literatura entre los que destacan: Ankle Instability Instrument (All); Ankle Joint Functional Assessment Tool (AJFAT); Chronic Ankle Instability Scale (CAIS); Cumberland Ankle Instability Tool (CAIT); Foot and Ankle Ability Measure (FAAM); Foot and Ankle Instability Questionnaire (FAIQ); Foot and Ankle Outcome Score (FAOS), solo el CAIT (Anexo 3) junto con el All son los únicos estadísticamente significativos a la hora de predecir la IFT¹⁹.

El CAIT fue el primero en demostrar la validez y efectividad a la hora de medir la IFT, teniendo en cuenta la falta de una medida estandarizada para esta evaluación²⁰. Por último, este cuestionario multidimensional que valora de forma independiente ambos tobillos a través de 9 ítems, ha sido traducido y validado en otros idiomas. Estas versiones traducidas del CAIT han tenido buena confiabilidad por lo que puede ser aplicado en varios países con el mismo fin, predecir a los sujetos con IFT²¹.

1.5 Tratamientos fisioterápicos en la actualidad

La rehabilitación de la ICT en fisioterapia se basa en un tratamiento conservador^{3,7,11,14,15} dependiendo del grado de afectación, que incluye varios objetivos; la recuperación del range of movement (ROM) normal de la articulación, el aumento de la fuerza de la musculatura peroneal, la elongación de los gastrocnemios para prevenir acortamientos, alteraciones de la marcha y facilitar la posición natural del tobillo^{3,6,11}. Por último se aborda el déficit propioceptivo del tobillo y el pie en general, esencial para el equilibrio del cuerpo humano y para llevar a cabo actividades más dinámicas de manera óptima. Es uno de los enfoques principales de los tratamientos que reciben pacientes que presentan esta condición clínica^{1,11}.

El entrenamiento del equilibrio es una de las prácticas más habituales a la hora de recuperar la función propioceptiva y reducir el riesgo de lesión en esta población¹⁸. Freeman et al¹⁷ propusieron actividades de balance y coordinación para reducir el déficit reeducando los mecanorreceptores¹¹. Para ello, empleaban materiales que aumentaran la inestabilidad y provocaran cambios en el centro de gravedad. En la actualidad también se emplea esta estrategia con herramientas como el foam, BOSU, plato de Boher y plato de Freeman entre otros. Consiste en realizar ejercicios específicos planteados por el fisioterapeuta, basados en la evaluación y los objetivos establecidos antes de comenzar el tratamiento, teniendo en cuenta el contexto de cada paciente. Al realizar estos ejercicios sobre plataformas oscilantes, aumentando la complejidad de manera progresiva hasta alcanzar el apoyo monopodal dinámico⁶, toda la musculatura estabilizadora del tobillo se ve implicada en el mantenimiento del equilibrio. A pesar de ser una práctica muy habitual en los programas de rehabilitación para recuperar el balance, no existen recomendaciones en la progresión que debe seguirse a la hora de plantear este tipo de intervenciones. Sin embargo, el entrenamiento del equilibrio si ha demostrado tener beneficios y ser eficaz en los procesos de rehabilitación^{17,22-24}. Por lo tanto, cabe mencionar que el tratamiento fisioterápico es un factor condicionante y relevante en la evolución del ELT y la prevención de lesiones recurrentes así como en el desarrollo de la IFT⁶.

Cuando no se obtienen los resultados esperados tras el tratamiento conservador y permanecen los síntomas de inestabilidad, existe la opción del tratamiento quirúrgico mediante la reparación anatómica que también ha demostrado tener resultados positivos^{3,11,15}.

1.6 Superficies inestables: foam y BOSU

Su nombre, hace referencia a la forma en la que el BOSU puede ser empleado “Both Sides Utilized” (Ambos lados aplicables). El BOSU es un instrumento inventado por David Weck en 1999. Desde sus inicios como herramienta para entrenamiento deportivo, el uso de esta herramienta ha ido poco a poco abarcando nuevos ámbitos como la prevención y rehabilitación en fisioterapia. Esta herramienta está formada por dos superficies, una convexa y una plana, ambas se pueden emplear como superficie de tratamiento en contacto con la persona o como superficie de apoyo en contacto con el suelo²⁵. Al tener una forma semiesférica y elástica, ésta proporciona la inestabilidad característica que sirve para el entrenamiento propioceptivo²⁵.

Forma parte de las superficies inestables que se emplean para aumentar la fuerza muscular y mejorar la estabilidad de las articulaciones, debido a que aumenta la eficiencia de la musculatura estabilizadora cuando se entrena para ese fin²⁴⁻²⁷. Además, una de las principales aplicaciones del BOSU es el entrenamiento para la pérdida de equilibrio²⁵. Se utiliza para añadir dificultad a los ejercicios y mejorar la propiocepción de las articulaciones implicadas durante la ejecución de los mismos, consecuencia de una mayor activación muscular²⁸.

Por ello esta herramienta se relaciona directamente con los procesos de rehabilitación en la IFT, pues ayuda a la recuperación del sistema propioceptivo, el equilibrio y a mejorar el control postural en definitiva. No obstante, en la práctica clínica se ha observado que algunos sujetos tienen dificultades a la hora de trabajar sobre este elemento en comparación con otras superficies inestables, lo que podría indicar que el uso del BOSU exige una mayor demanda de los sistemas que se afectan en la IFT²⁹. Es importante poder identificar los sujetos que presentan déficits del equilibrio y dificultades a la hora de emplear esta herramienta para que la planificación del tratamiento sea correcta y así los resultados sean los esperados tras el proceso de rehabilitación. Sin embargo, pocos son los estudios que han analizado esta herramienta como instrumento de evaluación, es por eso que clínicamente su uso se reduce al tratamiento siendo la evaluación un aspecto imprescindible del procedimiento fisioterápico para poder planificar un buen programa de rehabilitación.

El foam es una almohadilla de espuma que se emplea para el entrenamiento y la rehabilitación del equilibrio. Varios instrumentos son clasificados como foam, sin embargo, sus características cambian y el control postural se ve afectado dependiendo de la superficie que se utilice. La herramienta más tradicional “Balance- Pad Elite” gracias a su forma rectangular aporta mayor estabilidad. Es fácil de emplear y no implica grandes costes en la práctica clínica. Además, el entrenamiento del balance sobre estas superficies ha

demostrado tener buenos resultados en su aplicación, por lo que es una herramienta común en los procesos de rehabilitación^{29,30}.

1.7 Justificación

El ELT es una lesión frecuente entre sujetos jóvenes que realizan actividad física y un gran porcentaje acaba desarrollando una ICT. La alteración propioceptiva que presentan los individuos que padecen una inestabilidad funcional, afecta a la capacidad de mantener el equilibrio estático y dinámico, lo cual compromete el control postural. Este hecho ha sido comprobado a través de distintas herramientas de evaluación.

En los procesos de recuperación de esta patología se emplean diversos tipos de superficies inestables entre las cuales se encuentran el BOSU y el foam. Su uso ha ido extendiéndose como herramienta de entrenamiento y rehabilitación, principalmente enfocado a mejorar o aumentar el rendimiento del sistema propioceptivo y como consecuencia aumentar la capacidad de mantener el equilibrio. Sin embargo, los ámbitos en los que se utiliza son muy diversos, empleándose desde el área neurológica hasta patologías del sistema musculoesquelético sin haber una base científica que determine las condiciones específicas en las que debe ser aplicada y las cualidades que los usuarios deben tener para poder trabajar sobre el BOSU^{27,28,31,32}.

Además, tras la búsqueda bibliográfica, se comprobó que esta herramienta en escasas ocasiones había sido empleada previamente como herramienta evaluadora y que su uso clínico siempre había estado destinado a la práctica de ejercicios como herramienta de entrenamiento ya sea en el ámbito clínico o deportivo.

Por otro lado, existen otras que son capaces de discriminar entre la capacidad de balance de sujetos sanos y sujetos con IFT como la plataforma de fuerza. Pero la realidad es que la clínica exige un abordaje y evaluaciones rápidas y efectivas²⁹. Estas herramientas suponen un gasto que no puede ser asumido en múltiples ocasiones. Por ello, se decidió valorar si el BOSU y el foam eran capaces de discriminar en la capacidad de mantener el equilibrio entre sujetos sanos y sujetos con IFT, ya que se trata de una evaluación rápida y menos costosa, además de poderse emplear al mismo tiempo como instrumento para la rehabilitación.

Por último, actualmente, existen diferentes superficies inestables que se emplean en los procesos de recuperación de distintas patologías. Sin embargo, las demandas y las exigencias para mantener el equilibrio varían entre las diversas superficies, por lo que se decidió comprobar cuál era la diferencia cuando se trata de mantener el equilibrio sobre las mismas en sujetos con IFT y un grupo control sin patología.

Por el desafío excesivo que suponen algunas de las pruebas que se emplean para evaluar el control postural, en este caso se ha escogido el test de apoyo unipodal adaptado a la condición de las diferentes superficies, ya que se mide el tiempo que los sujetos son capaces de realizar de manera adecuada la prueba, sin que ésta tenga un nivel de complejidad elevado.

2. OBJETIVOS

2.1 Hipótesis y pregunta de investigación

H₀: ¿Supone el BOSU una mayor exigencia para mantener el equilibrio durante el test de apoyo unipodal con respecto a otras superficies en sujetos con IFT?

H₁: El BOSU supone mayor exigencia para el balance en individuos que presentan IFT con respecto a los sujetos que no presentan alteración de tobillo, por mantener menos tiempo el test de apoyo unipodal cuando es evaluado sobre el BOSU.

H₂: El BOSU supone mayor exigencia durante el test de apoyo unipodal para el miembro no dominante con respecto al miembro dominante, ya que los sujetos fueron capaces de mantener durante más tiempo el test de apoyo unipodal en el BOSU sobre el miembro dominante en comparación con el no dominante.

2.2 Objetivos

Objetivo general

El principal objetivo del estudio es determinar la capacidad de balance en el test de apoyo unipodal sobre el BOSU en sujetos jóvenes con inestabilidad de tobillo.

Objetivos específicos

Conocer el tiempo de equilibrio durante el test de apoyo unipodal en sujetos sanos en comparación con sujetos con IFT sobre superficies inestables.

Determinar el tiempo en la prueba de apoyo unipodal sobre una superficie dura, el foam y el BOSU en condiciones de ojos abiertos y ojos cerrados.

Determinar el tiempo en la prueba de apoyo unipodal sobre una superficie dura, el foam y el BOSU entre el lado dominante y no dominante.

3. DESARROLLO DEL TRABAJO

3.1 Material y métodos

3.1.1 Ámbito del estudio

El estudio se ha llevado a cabo en la Universidad de Talca en el laboratorio de Análisis de Movimiento Humano. Es una universidad que tiene convenio con la Facultad de Fisioterapia de Soria de la Universidad de Valladolid, lo cual permite a los alumnos de ambas universidades completar su formación en las dos escuelas.

Debido a la accesibilidad para los participantes del estudio, que son alumnos de la propia universidad, y a la disponibilidad de las herramientas que se utilizan durante el procedimiento, se considera que es el lugar adecuado para llevarlo a cabo.

3.1.2 Periodo de estudio

Se realizó en los meses de mayo, junio y julio del 2018, en el laboratorio citado anteriormente de la Universidad de Talca.

3.1.3 Tamaño muestral

El tamaño de la muestra se determinó según los resultados de diferencias encontradas por Lee et al 2006¹⁸ entre sujetos con IFT (0.0894 ± 0.0074 cm) y sujetos controles sanos (0.0815 ± 0.0078 cm), en relación a la evaluación de balance estático sobre una plataforma de fuerza. El cálculo del tamaño de la muestra, realizado con G*Power 3.1.9.2, se consideró con un error alfa de un 5% y una potencia del 80%, entregando como número a reclutar un mínimo de 13 sujetos para cada grupo. El total de pérdida se asume en un 15%, lo que queda a reclutar un total de 15 sujetos por grupo.

3.1.4 Métodos

Se realizó un estudio de laboratorio observacional y descriptivo.

El trabajo de campo consistió en una sesión, en la cual se realizó una toma repetida de datos para poder realizar las comparaciones pertinentes del tiempo que los sujetos son capaces de mantener sobre las distintas superficies evaluadas. Las variables independientes fueron las condiciones para la evaluación del balance: el BOSU, el foam y la superficie dura. Las variables dependientes fueron: el tiempo que fueron capaces de

mantener el balance en apoyo unipodal comparando los resultados de ambos pies y la condición de OA y OC con cada uno de ellos.

3.1.5 Participantes

Se reclutaron 30 sujetos (53,3% mujeres, 46,7 hombres); con dominancia: 29 diestros, 1 zurdo; edad ($24,93 \pm 5,58$ IFT, $23,93 \pm 2,12$ sanos); peso ($67,15 \pm 12,44$ IFT, $65,28 \pm 13,67$ sanos); estatura ($169,93 \pm 12,62$ IFT, $167, 27 \pm 8,68$ sanos); trocánter suelo ($84,60 \pm 6,49$ IFT, $84, 47 \pm 4,79$ sanos), puntaje del CAIT²¹ ($22,33 \pm 3,45$ IFT, $27,07 \pm 4,26$ sanos) (Tabla 1) que voluntariamente participaron en el estudio. El reclutamiento de la muestra se realizó sobre la población universitaria mediante difusión en las redes sociales e invitación directa. Posteriormente, a aquellos individuos que libremente decidieron contactar para participar se les informó sobre el fundamento del proyecto y se aclararon las dudas que pudieran tener al respecto. Tras aceptar las condiciones del estudio, rellenaron el consentimiento informado (Anexo 1) según las consideraciones éticas y resguardos de las personas, indicadas en las declaraciones de Helsinki. Después, completaron una encuesta descriptiva sobre aspectos demográficos cara a cara (Anexo 2) para poder determinar si cumplían con los criterios de inclusión y exclusión establecidos y así conocer si eran aptos para completar la investigación.

3.1.6 Criterios de inclusión

SUJETOS SANOS

- Mujeres y hombres, entre 18-40 años.
- Sujetos activos que hagan actividad física mínimo 2-3 veces a la semana con regularidad e intensidad moderada.
- Sujetos sin antecedentes de lesiones de tobillo.
- Sujetos sin alteraciones del ROM de tobillo.

SUJETOS CON IFT

- Mujeres y hombres, entre 18-40 años.
- Sujetos activos personas que hagan actividad física mínimo 2-3 veces a la semana con regularidad e intensidad moderada.
- Personas que previamente hayan padecido un esguince lateral, unilateral de tobillo grado I y/o II con no menos de 6 meses de antigüedad.
- Sin IMT, para ello se tuvo en cuenta que no hubiera alteraciones el ROM de tobillo ni lesión en las estructuras que conforman el tobillo³³.

- No deben estar recibiendo tratamiento fisioterápico actualmente.
- Sujetos que de acuerdo a los criterios establecidos en el CAIT²¹ (Anexo 3) obtengan una puntuación inferior a 27 puntos y por lo tanto puedan ser clasificados como sujetos con inestabilidad funcional de tobillo.

3.1.7 Criterios de exclusión

- Personas con alteración de la visión o no corregida.
- Sujetos con diagnóstico de alteraciones, lesiones o patologías diagnosticadas en MMII o columna vertebral en los últimos 12 meses.
- Personas con antecedentes de vértigos, mareos u cualquier otra patología que afecte al equilibrio.
- Sujetos que hayan ingerido alcohol o sustancias tóxicas en las últimas 24 horas.
- Personas que estén actualmente recibiendo algún tratamiento farmacológico.
- Sujetos que presenten hiperlaxitud de acuerdo al test de los 9 puntos³⁴ (Anexo 4).

3.1.8 Instrumentación

El balance se evaluó sobre el foam (Figura 1), el BOSU (Figura 2) y una superficie dura (el suelo). Las medidas del foam eran de: 40 x 50 x 7'5 cm de superficie elástica/blanda, nivelada sobre el suelo. Se tomó el tiempo sobre ambos pies para cada individuo con los OA y OC.

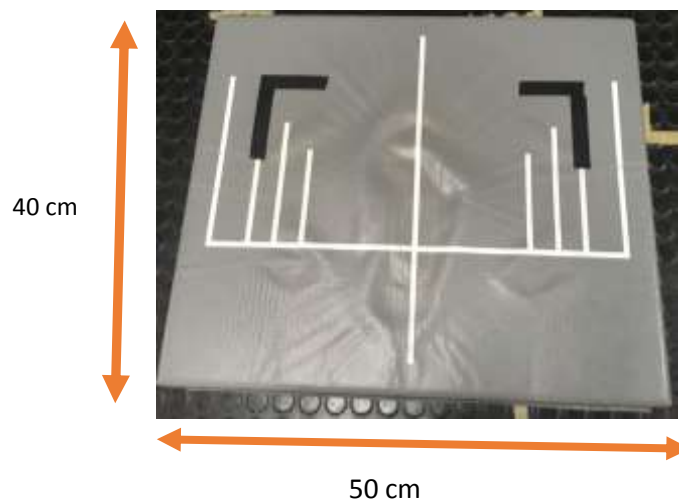


Figura 1. Dimensiones del foam que se empleó durante las pruebas de apoyo unipodal.

No se encontraron recomendaciones a la hora de hinchar el BOSU con unas medidas de altura o presión concretas. En este caso la altura vertical del BOSU fue de 25 cm medida desde el suelo y se infló con una aguja y un inflador manual. Antes de comenzar el estudio, se midió la altura cada día para asegurar la consistencia de la instrumentación empleada con el BOSU situado a nivel del suelo en una superficie plana. La altura determinada para la superficie inestable se consideró en base a nuestra experiencia previa (Figura 2).

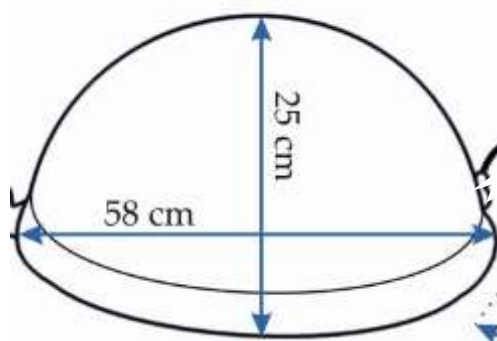


Figura 2. Dimensiones del BOSU que se empleó durante las pruebas de apoyo unipodal.

La prueba de apoyo unipodal también se llevó a cabo sobre una superficie dura. Para el desarrollo de la prueba, el lugar exacto donde los participantes debían posicionar el pie, fue delimitado con una marca a 1 metro de distancia con respecto al punto de referencia visual. Los sujetos debían posicionar el pie sobre la marca haciendo coincidir el maléolo interno con la marca transversal colocada en el suelo.

El tiempo se midió con el cronómetro de un reloj digital el mismo para todas las evaluaciones. El ROM de tobillo se midió con goniometría tomando dos mediciones sobre cada tobillo para confirmar que los datos obtenidos eran correctos y poder confirmar la ausencia de alteraciones.

3.1.9 Procedimiento del estudio

Una vez seleccionados los participantes que cumplían los requisitos para llevar a cabo la evaluación, se les pasó el cuestionario versión validada en español del CAIT²¹ (Anexo 3) para IFT que completaron personalmente para poder ser clasificados en el grupo control y el grupo con inestabilidad funcional. Este cuestionario consta de 9 ítems que los participantes deben responder seleccionando la respuesta que más refleje su situación con respecto a la IFT. La puntuación obtenida es de 0-30 puntos y en función de la misma se clasifica la severidad de la inestabilidad de tobillo, un puntaje inferior a los 27 puntos permite identificar aquellos sujetos con IFT³.

Después de haber hecho la clasificación de ambos grupos se les asignó fecha y hora de forma individualizada y los participantes acudieron al laboratorio donde, tras firmar el consentimiento informado (Anexo 1), se completó la ficha (Anexo 5) con la evaluación antropométrica que consta del peso, la talla y la longitud trocánter- suelo, además se midió el ROM de tobillo para descartar otras posibles alteraciones, como IMT, que pudieran interferir en el desarrollo de las pruebas y alterar los resultados. Junto con las mediciones antropométricas también se les realizó el test del golpeo de balón³⁵ para conocer la pierna dominante en el caso del grupo control, para posteriormente poder hacer las comparaciones e interpretaciones pertinentes de los resultados. Se le explicó a cada uno de ellos el procedimiento a seguir de forma detallada antes de proceder. Una vez comprendidas todas las pautas, se les permitió realizar 3 ensayos sobre cada una de las superficies, llevando a cabo las distintas pruebas para que se pudieran familiarizar con éstas. De esta manera se pretende evitar el sesgo del aprendizaje.

En el estudio los participantes debían completar una serie de pruebas que se llevaron a cabo sobre dos superficies inestables diferentes: el foam y el BOSU y sobre una superficie dura. Con objetivo de igualar las condiciones y obtener variables comparativas, las dos superficies inestables se colocaron a nivel del suelo en la misma posición.

Las pruebas se realizaron en un entorno donde además se tuvieron en cuenta la iluminación, la temperatura y el ruido del ambiente. Antes de comenzar con las pruebas se les mostró en qué consistían y cómo debían ser realizadas. A continuación, se les permitió realizar una prueba o toma de contacto inicial con cada una de las superficies durante varios segundos pero siempre durante un tiempo inferior al de las actividades que se pretendían analizar, para evitar el sesgo de aprendizaje. Finalmente, se realizaron las evaluaciones que se registraron y posteriormente fueron analizadas. De manera aleatoria se determinó el orden de las superficies en las que los individuos llevaron a cabo las diferentes pruebas. En cada una de ellas, se les permitió hacer; una repetición oficial y en caso de no haberla ejecutado correctamente, tuvieron la posibilidad de repetir hasta un máximo de 3 veces. Entre cada una de las pruebas se les brindó un periodo de descanso de 1 minuto, el doble del tiempo de ejecución.

3.2 Evaluaciones

Una vez hecha la distribución de los grupos y tras las mediciones pertinentes que se realizaron al inicio del procedimiento, a continuación se llevaron a cabo las pruebas que son objeto de análisis del proyecto; test de apoyo unipodal sobre ambos miembros inferiores en cada participante, en condición de OA y OC, para cada una de las superficies analizadas, el suelo, el foam y el BOSU (Figura 3).

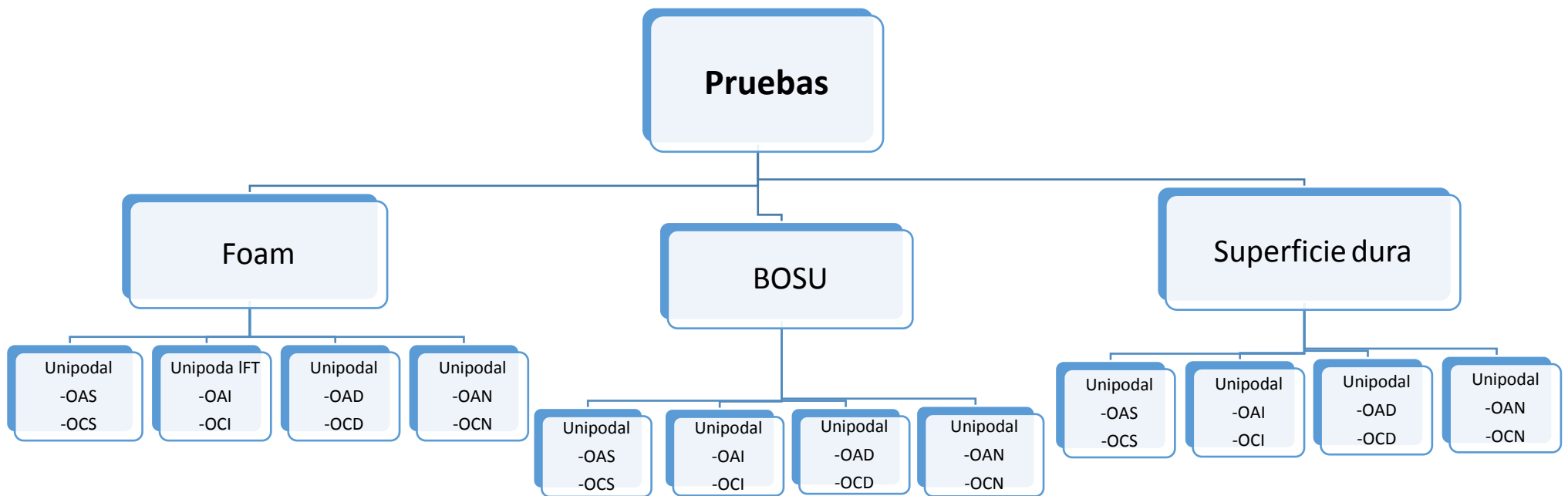


Figura 3. Esquema que recoge todas las pruebas evaluadas durante el estudio, en condiciones de OA y OC sobre las superficies; foam, BOSU y dura.

OAS: ojos abiertos sano; OCS: ojos cerrados sano; OAI: ojos abiertos inestabilidad; OCI: ojos cerrados inestabilidad; OAD: ojos abiertos dominante; OCD: ojos cerrados dominante; OAN: ojos abiertos no dominante; OCN: ojos cerrados no dominante.

Se registró el tiempo con un cronómetro digital, el mismo para todos los participantes. Cuando la persona que estaba realizando el test de apoyo unipodal indicaba estar en equilibrio, comenzaba la toma de tiempo. Se registró el tiempo que los sujetos fueron capaces de mantener en condiciones de apoyo unipodal sobre ambos pies, en ambos grupos del estudio, con los OA y OC en cada una de las situaciones y superficies: foam y BOSU y en una superficie dura. Los participantes no debían de llevar calzado. En las pruebas de apoyo monopodal el pie estaba posicionado en el centro de cada superficie sobre a una línea de referencia que señalaba el lugar donde éste tenía que ser apoyado, que debía coincidir con el maléolo interno del MI evaluado, además la posición era verificada por la persona investigadora (Figura 4).



Figura 4. Posición del pie durante la prueba de apoyo unipodal sobre el BOSU.

Durante el test de apoyo unipodal se les pidió a los pacientes que situaran las extremidades superiores a los lados del tronco de manera natural en la que ellos se encontraran cómodos y sintieran mayor estabilidad. Debían flexionar la rodilla y elevar el pie hasta que estuviera en línea con respecto al otro miembro inferior sin que estuviera en contacto con la superficie ni con la pierna contralateral. Se les instruyó a los sujetos para que miraran de frente a un punto situado a un metro de distancia y que previamente había sido posicionado a la altura de los ojos de cada individuo que realizó la prueba, con el objetivo de estandarizar la influencia del componente visual en el equilibrio, además de solicitarles que debían permanecer sin moverse^{36,37}. El orden en el que se realizaron las pruebas sobre las diferentes superficies fue predeterminado de manera aleatoria empleando el programa (<https://www.randomizer.org>). Siguiendo el orden establecido se ejecutó el protocolo que se describe a continuación, hasta que cada participante completase de manera correcta mínimo una vez cada prueba sobre las tres superficies.

El objetivo de la prueba y la indicación que se les dio a los participantes fue que durante las prueba de apoyo unipodal sobre el foam, BOSU y la superficie dura no debían mantener un tiempo determinado la prueba sino tratar de mantenerse el mayor tiempo posible en la posición indicada.

Posición del participante: Los sujetos debían de subir a la superficie y posicionar el pie sobre las marcas indicadas en el centro de la plataforma haciendo coincidir el maléolo interno con la línea situada en la parte postero-inferior de la superficie. Las manos debían

situarse lateralmente a cada lado del tronco en la posición más natural y cómoda para cada sujeto en ambos grupos. Se permitió apoyar el pie contralateral sobre la superficie hasta encontrar la estabilidad adecuada para separarlo, sin que éste estuviera en contacto con la superficie ni con la pierna contralateral (Figura 5). La indicación para los participantes fue la siguiente: 'Eleve el pie de manera que quede en línea con la otra pierna sin que toque la superficie que está pisando'.



Figura 5. Posición del participante e investigadora durante la prueba de apoyo unipodal sobre el foam.

Posición del investigador: Permaneció a un costado y próximo al sujeto que estaba siendo evaluado sin influir en el procedimiento. Atento en todo momento para prevenir posibles caídas ante pérdidas del equilibrio y observar si se estaba llevando a cabo la prueba correctamente o si por el contrario debía quedar invalidada (Figura 5). Mientras, otra persona colaboradora tomaba el registro en una mesa contigua al lugar donde el paciente estaba realizando el ejercicio siendo conocedora de todo el procedimiento y condiciones del estudio.

Procedimiento del registro: Durante la prueba se les ayudó a subir y bajar de las superficies. Estaban situadas a 1 metro de una pared con una marca a la altura de los ojos de cada participante que había sido medida previamente. En las condiciones descritas,

cuando el individuo indicaba estar en la posición adecuada y estabilizado, daba comienzo la toma de tiempo, que sería detenida en el momento en el que el otro pie volviera a tener contacto con el suelo, con la otra pierna, en el caso de que el pie de apoyo se desplazara, si las manos se movían de la posición descrita o cuando el examinador consideraba un balanceo excesivo u otras compensaciones que pudieran influir en los resultados de la prueba. Se tomaron los registros del tiempo que los sujetos fueron capaces de mantener el apoyo unipodal con OA y posteriormente con OC. Se hicieron tres repeticiones como máximo de cada prueba OA y OC hasta que se obtuvo al menos un intento válido para poder ser analizado. Siempre con un minuto de descanso entre repeticiones. Se analizó la prueba válida en la que los sujetos fueron capaces de permanecer durante más tiempo. Cuando en la primera ocasión superaban los 30 segundos, no se realizaban más intentos y se continuaba con la próxima prueba. Se realizó una prueba inicial tras la cual se le dio al sujeto 1 minuto de reposo, y se repitió hasta en dos ocasiones más con el tiempo de descanso pertinente entre repeticiones, en los casos en los que las repeticiones anteriores habían sido inferiores a 30 segundos o habían sido invalidadas por consideración del investigador. Los criterios para invalidar la prueba incluían mover los brazos de manera excesiva, elevar la punta o el talón de la superficie y una inclinación del tronco excesiva, en base al criterio del investigador que se encontraba observando la prueba.

Entre ambas pruebas los participantes tuvieron un tiempo de reposo, mínimo el doble al que permanecieron realizando la actividad, para evitar la fatiga y que ésta pudiera influir en los resultados obtenidos. En este caso, entre repeticiones se les dejó 1 minuto de reposo. Además, durante la prueba los participantes pudieron detenerla cuando lo estimaron oportuno, independientemente de la causa, pérdida de equilibrio, dolor etc.

Todas las pruebas se llevaron a cabo manteniendo la misma posición y bajo las mismas indicaciones. Las únicas variaciones fueron que se realizaron con OA y OC todas las pruebas unipodales con ambas piernas y sobre las superficies que alteran la condición de inestabilidad; el foam y el BOSU y la superficie dura.

3.3 Resultados y discusión

Para el análisis estadístico se utilizó un diseño estadístico de Análisis de Varianza con medidas repetidas (ANOVA). Se determinaron 4 factores: Factor 1 con 2 niveles Grupo IFT y grupo SANO; Factor 2 tipo de superficie con 3 niveles Dura, Foam y BOSU; Factor 3 con 2 niveles Visión con OA y OC; Factor 4 con 4 niveles Lado Afectado, No afectado, Dominante y No dominante. Se analizaron las diferencias entre los grupos e intragrupo (Tabla 2 y Tabla 3) y entre superficies para cada grupo (Tabla 4).

Se determinaron los supuestos del ANOVA, analizando la normalidad de los datos utilizando la prueba de ShapiroWilk ($p > 0.05$), la prueba de esfericidad de Mauchly ($p > 0.05$) y las pruebas de contraste ($p < 0.05$) para determinar las diferencias (prueba F) y un postHoc con la prueba de Bonferroni. Todos los análisis estadísticos se realizaron utilizando el software SPSS V1.5.

Tabla 1: Caracterización de los sujetos de estudio, según edad, peso, talla e IMC. Además se agregan los descriptivos para el CAIT de los sujetos con IFT.

	IFT (n=15)		SANOS (n=15)		
Hombres (%)	46,7		53,3		
Mujeres (%)	53,3		46,7		
Derecho afectado (%)	86,7				
Izquierdo afectado (%)	13,3				
	IFT		SANOS		Valor p
	media	DE	media	DE	
EDAD (años)	24,93	5,58	23,93	2,12	0,713
PESO (Kg)	67,15	12,44	65,28	13,67	0,699
ESTATURA (cm)	169,93	12,62	167,27	8,68	0,506
T-S (cm)	84,60	6,49	84,47	4,79	0,949
CAIT (ptje)	22,33	3,45	27,07	4,26	0,000 *
ANTIGÜEDAD DE LA LESION (años)	3,80	3,21			
GRADO DEL ESGUINCE	1,33	0,48			

* Valor $p < 0.05$.

IFT: inestabilidad funcional de tobillo. T-S: distancia trocánter-suelo.

Tabla 2: Resumen de las medias y desviaciones estándar de los tiempos (s) obtenidos para cada variable de los registros del tobillo afectado (IFT) y tobillo dominante (Sano) de cada grupo.

Variables	VISION ^a	LADO ^b	GRUPO IFT		GRUPO SANO		DIFERENCIAS MEDIAS	Valor <i>p</i>
			MEDIA	DE	MEDIA	DE		
Superficie Dura	OA	AF/D	27,62	6,46	30.00	0.00	-2.38	0.176
	OC	AF/D	19,61	9,20	29,91	0,33	-8.80	0.006 *
Superficie Foam	OA	AF/D	28,38	4,85	30.00	0.00	-0.29	0.986
	OC	AF/D	10,83	5,96	18,78	8,17	-8.10	0.012 *
Superficie Bosu	OA	AF/D	11,77	5,83	24,88	6,53	-8.94	0.007 *
	OC	AF/D	2,54	0,68	3,10	0,76	-0.59	0.596

* Los valores *p* son significativos ($p < 0.05$) según *post Hoc Bonferroni*.

^a La visión corresponde a OA: Ojos Abiertos; OC: Ojos Cerrados.

^b El lado corresponde AF:Lado Afectado en sujetos con IFT; D: Lado dominante en sujetos sanos.
IFT: inestabilidad funcional de tobillo. DE: desviación estándar.

Tabla 3: Resumen de las medias y desviaciones estándar de los tiempos (s) obtenidos para cada variable de los registros entre los tobillos de cada grupo (IFT: afectado (AF) vs no afectado (NAF); SANO: dominante (D) vs no dominante (ND)). Los valores están expresados como: Media (Desviación Estándar).

Variables	VISION ^a	GRUPO IFT		GRUPO SANO		DIFERENCIAS MEDIAS IFT	DIFERENCIAS MEDIAS SANOS	IFT Valor p	SANO Valor p
		AF	NAF	D	ND				
<i>Superficie Dura</i>	OA	27,62(6.46)	29.25(2.43)	30.00(0.00)	30.00(0.00)	-1.63	0.00	0.201	-
	OC	19,61(9.20)	22.69(8.93)	29,91(0.33)	28.41(4.08)	-3.08	-1.50	0.119	0.178
<i>Superficie Foam</i>	OA	28,38(4.85)	27.92(4.70)	30.00(0.00)	28.41(4.08)	0.46	-1.58	0.651	0.155
	OC	10,83(5.96)	15.37(7.96)	18,78(8.17)	18.84(10.33)	-4.53	0.06	0.051	0.963
<i>Superficie Bosu</i>	OA	11,77(5.83)	15.50(9.54)	24,88(6.53)	20.71(8.49)	-3.73	-4.16	0.038*	0.041*
	OC	2,54(0.68)	2.94(0.89)	3,10(0.76)	3.13(1.13)	-0.40	0.02	0.111	0.925

* Los valores p son significativos ($p < 0.05$) según post Hoc Bonferroni.

^a La visión corresponde a OA: Ojos Abiertos; OC: Ojos Cerrados.

IFT: inestabilidad funcional de tobillo. Para cada MI corresponde a AF: miembro afectado; NAF: miembro no afectado; D: miembro dominante; ND: miembro no dominante.

Tabla 4: Resumen de las medias y desviaciones estándar de los tiempos (s) obtenidos para cada variable de los registros entre las superficies de cada grupo (IFT: Lado Afectado; SANO: Lado Dominante). Los valores están expresados como: Media (Desviación Estándar).

GRUPOS	VISION ^a	Tipo de Superficie			COMPARACIONES POST HOC	Valor p
		<i>Dura (D)</i>	<i>Foam (F)</i>	<i>Bosu (B)</i>		
IFT	OA	27,62(6.46)	28,38(4.85)	11,77(5.83)	D-F	0.584
					D-B	0.000*
					F-B	0.000*
	OC	19,61(9.20)	10,83(5.96)	2,54(0.68)	D-F	0.001*
					D-B	0.000*
					F-B	0.000*
SANO	OA	30.00(0.00)	30.00(0.00)	24,88(6.53)	D-F	0.464
					D-B	0.002*
					F-B	0.007*
	OC	29,91(0.33)	18,78(8.17)	3,10(0.76)	D-F	0.007*
					D-B	0.000*
					F-B	0.000*

* Los valores p son significativos ($p < 0.05$) según post Hoc Bonferroni.

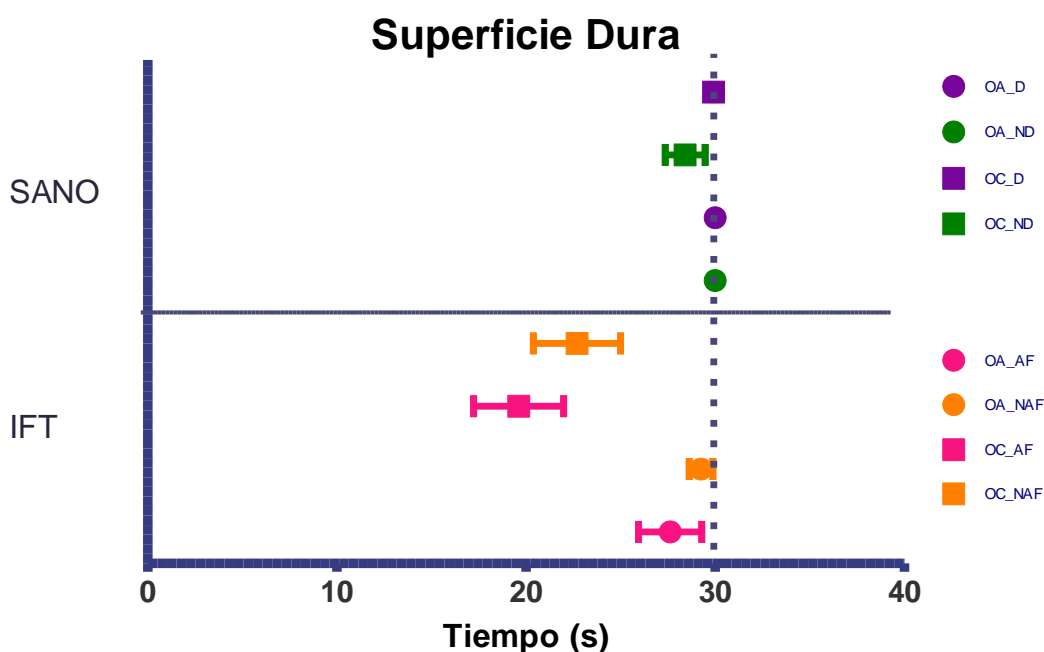
^a La visión corresponde a OA: Ojos Abiertos; OC: Ojos Cerrados.

IFT: inestabilidad funcional de tobillo.

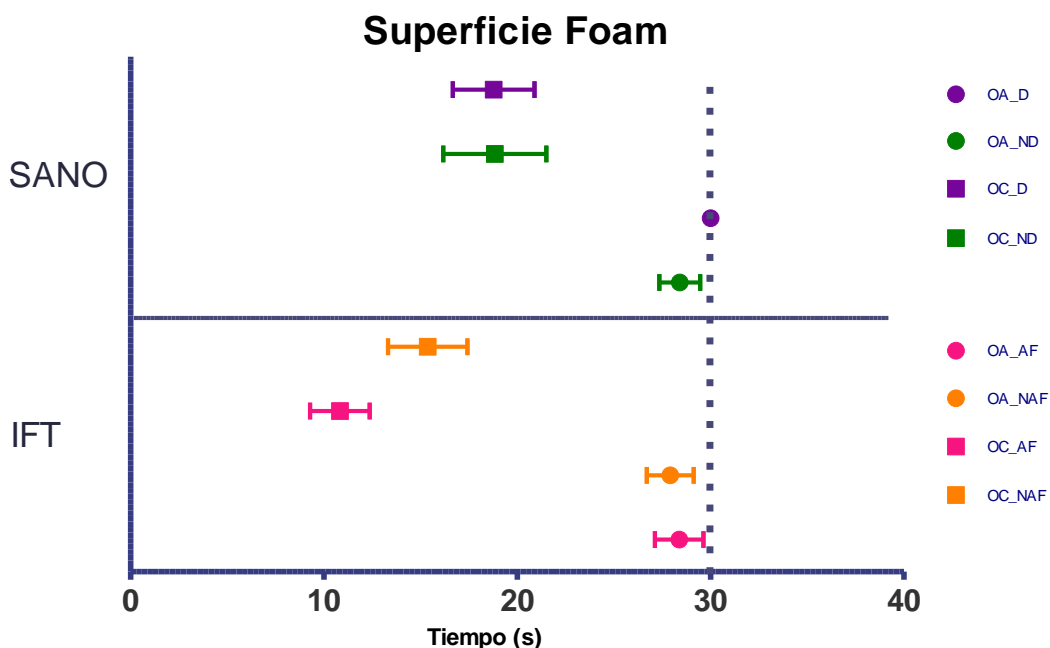
Para cada superficie corresponde D: Dura; F: Foam; B: Bosu.

Uno de los hallazgos más relevantes de las pruebas que se han realizado en este proyecto, ha sido en cuanto a la diferencia de tiempo que existe entre ambos grupos durante las pruebas de apoyo unipodal con los OC para la superficie dura y el foam como se puede observar en las Gráficas 1 y 2. Los tiempos sobre la superficie dura con OC fueron de $29,91 \pm 0,33$ a favor del grupo sano en comparación con $19,61 \pm 9,20$ para el miembro afecto del grupo con IFT y se obtuvo una diferencia de $0,006$ $p < 0,05$. Para la prueba con OC realizada sobre el foam los tiempos fueron de $18,78 \pm 8,17$ para el miembro dominante del grupo sano y de $10,83 \pm 5,96$ para el miembro afecto del grupo con IFT con una diferencia significativa de $0,012$ $p < 0,05$. Estos resultados están relacionados con otros estudios^{8,16} realizados previamente, en los cuales los participantes sin historial de antecedentes de lesión de tobillo fueron capaces de mantenerse en apoyo monopodal con los OC más tiempo que aquellos que presentaban IFT, evaluados sobre una superficie dura. No obstante, existen diferencias en cuanto a las medias de cada estudio, dado que en el estudio de Linens WS et al⁸ se estableció un tiempo de corte $\leq 25,89$ segundos como medida de valoración para el test de tiempo en equilibrio. Como sugieren en otros estudios^{8,16}, la medida de tiempo en equilibrio podría considerarse como criterio de evaluación del balance teniendo en cuenta una puntuación de corte, sin embargo, debido a las diferencias que existen entre las medias de ambos estudios⁸, son necesarias nuevas investigaciones al respecto para poder considerar una puntuación de corte exacta como referencia para la valoración en fisioterapia⁸.

Gráfica 1. Diferencias en las medias de tiempo y las desviaciones para el grupo con IFT y el grupo sano con los OA y OC sobre la superficie dura.



Gráfica 2. Diferencias en las medias de tiempo y las desviaciones para el grupo con IFT y el grupo sano con los OA y OC sobre el foam.



Para la condición visual corresponde OA: ojos abiertos; OC: ojos cerrados
 Para cada miembro corresponde: D: dominante; ND: no dominante; A: afecto; NAF: no afecto

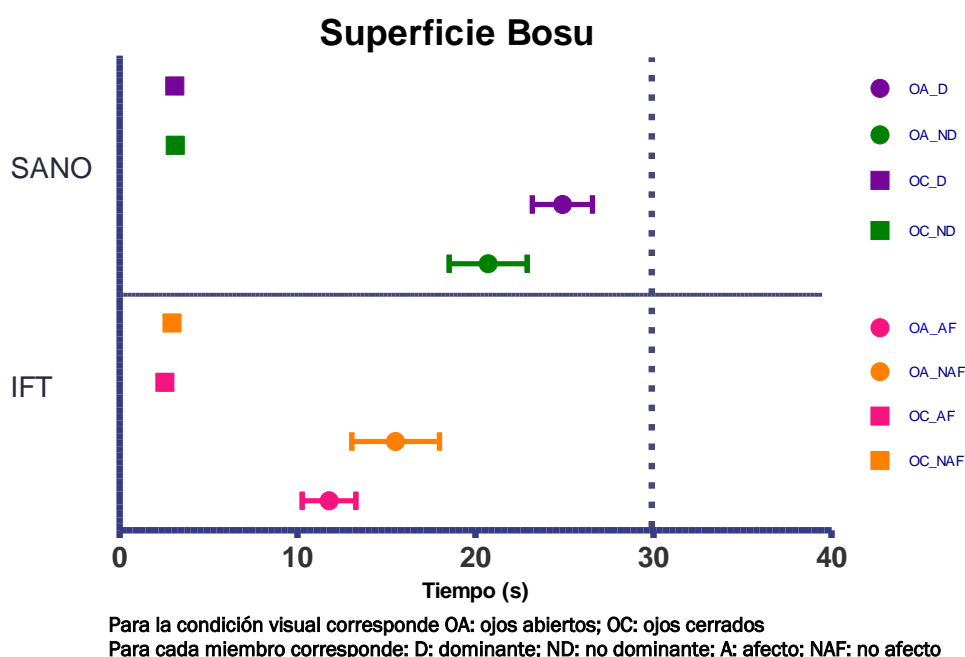
De acuerdo con otro estudio³² en el cual también fue analizado el equilibrio sobre estas tres superficies: el suelo, el foam y el BOSU se obtuvo una diferencia significativa en las pruebas que se realizaron con OC sobre el foam y el suelo. Las teorías clínicas en neurorrehabilitación sugieren que las superficies inestables interrumpen la contribución del sistema somatosensorial en el equilibrio y aumenta la relevancia del input visual y vestibular. No obstante se tuvieron en cuenta medidas distintas para cada estudio ya que Lubetzky et al³² midieron la frecuencia primaria durante las pruebas. Estos hallazgos son relevantes para la práctica ya sea para el tratamiento o el entrenamiento, ya que los fisioterapeutas deberían tener en cuenta cómo las superficies inestables facilitan la activación somatosensorial o la dependencia de la visión.

De acuerdo al estudio de Lubetzky et al³² a pesar de la diferencia de variables, ambos estudios coinciden en que no se obtienen diferencias significativas cuando las pruebas son realizadas con OA, lo que puede sugerir que posiblemente mantener el equilibrio ya sea en posición bipodal o sobre un apoyo en esta condición, no suponga un desafío para estos sujetos.

Por otro lado, encontramos una diferencia significativa entre ambos grupos en cuanto al tiempo en la prueba de apoyo unipodal sobre el BOSU con los OA, siendo mayor el tiempo que se mantienen el grupo control sobre esta superficie en comparación con el grupo

de IFT (Gráfica 3). Cuando este test es evaluado sobre el BOSU con los OA, los resultados son significativos también intragrupo. La media de tiempo que los sujetos con IFT fueron capaces de mantenerse sobre el miembro afecto fue de $11,77 \pm 5,83$ en comparación con el miembro dominante del grupo sano $24,88 \pm 6,53$, por lo que estos tiempos podrían utilizarse como límite para la orientación del diagnóstico diferencial ya que se obtuvo una diferencia de $0,007 p < 0,05$. Estos resultados, muestran que esta superficie podría suponer un mayor desafío para el sistema somatosensorial independientemente del sistema visual durante el test de apoyo unipodal, ya que para la misma posición sobre el BOSU realizada con OC, no se obtuvieron diferencias significativas en cuanto a los tiempos entre ambos grupos. A pesar de ser el BOSU un elemento habitual en los programas de rehabilitación de sujetos con IFT con el objetivo de mejorar el balance y prevenir esguines de tobillo, se desconocen los mecanismos fisiológicos que subyacen en estas estrategias de entrenamiento. Además, estos hallazgos contradicen los obtenidos por Hazime et al³⁸ y Lubetzky et al³² que demostraron que aumentaba la dependencia visual en adultos jóvenes en posición de apoyo unipodal en condiciones de oscuridad. Por eso, es necesario seguir investigando acerca de la implicación que tiene el sistema visual en este tipo de ejercicios sobre el BOSU, ya que dependiendo de la misma podría incluirse para facilitar la utilización del sistema visual o para facilitar la implicación del sistema propioceptivo. En base a estas posibles investigaciones podrían planificarse programas específicos de entrenamiento enfocados a disminuir la dependencia de alguno de los sistemas que contribuyen a mantener el equilibrio o a mejorar la condición de aquellos sistemas que puedan estar alterados, como es el sistema propioceptivo en el caso de los sujetos con IFT.

Gráfica 3. Diferencias en las medias de tiempo y las desviaciones para el grupo con IFT y el grupo sano con los OA y OC sobre el Bosu.



En el estudio realizado por Lubetzky et al³² las respuestas de los participantes con la condición de IFT aumentaron considerablemente cuando estos permanecían sobre el BOSU, en comparación con el suelo o el foam. Esto podría ser comparable a nuestros resultados, pues el grupo sano fue capaz de mantenerse más tiempo sobre esta superficie de manera significativa. Además, las diferencias en las respuestas durante el test de apoyo unipodal también son mayores entre el miembro afecto y el miembro sin alteraciones propioceptivas en el grupo con IFT y la pierna dominante con respecto a la no dominante en el grupo sano. Durante las pruebas realizadas sobre el BOSU con los OA el miembro afecto obtuvo un tiempo de $11,77 \pm 5,83$ mientras que el miembro no afecto obtuvo $15,50 \pm 9,54$ siendo la diferencia $0,038$ $p < 0,05$. Los tiempos fueron de $24,88 \pm 6,53$ para el miembro dominante y de $20,71 \pm 8,49$ para el miembro no dominante con una diferencia de $0,041$ $p < 0,05$. Se puede interpretar, que a mayor demanda o exigencia del sistema propioceptivo para mantener el equilibrio debido al BOSU u otras superficies inestables, el miembro con un déficit somatosensorial tiene menor capacidad de respuesta que aquellos sujetos que no presentan alteraciones y que además el miembro dominante puede tener mejor capacidad de respuesta que el miembro no dominante en sujetos sanos. Este hallazgo podría ser interesante en futuras investigaciones ya que de ser así, podría plantearse como un objetivo de entrenamiento para mejorar el rendimiento de ambos miembros, tanto del no dominante como del miembro afecto en sujetos con IFT.

Por último, los hallazgos obtenidos en cuanto a la diferencia entre superficies muestran diferencias significativas entre el BOSU y la superficie dura y entre el foam y el BOSU en la condición de OA tanto en el grupo con IFT como en el grupo sano. Estos resultados coinciden con los obtenidos en el estudio realizado por Mark Strom et al³⁶ en el cual obtuvieron que la diferencia de activación muscular era mayor durante la prueba de apoyo unipodal en el BOSU en comparación con el foam y el suelo. En el estudio realizado por Justin M. Stanek³⁷ se midió el COP en cuatro superficies diferentes: el suelo, el foam, el half-roller y el BOSU. Obtuvieron resultados significativos en cuanto al desplazamiento del COP entre el suelo y el foam con respecto al half-roller y al BOSU y concluyeron que estos suponían un mayor nivel de dificultad para los participantes. En base a los resultados obtenidos en estos estudios^{36,37} proponen una progresión del entrenamiento, sin embargo, solo se evaluó sobre sujetos sanos en condición de OA. Nuestro estudio podría complementar de alguna forma estos resultados ya que además de existir diferencias entre superficies, se obtuvieron diferencias significativas entre todas las superficies cuando las pruebas se realizan con OC (Tabla 4). Estos hallazgos podrían ser útiles en la programación de las sesiones ya que podrían aplicarse como guía a la hora de plantear la progresión del tratamiento y el entrenamiento. Las exigencias de cada superficie son diferentes y las pruebas son más complejas cuanto mayor es la condición de inestabilidad que ofrecen.

Podría ser importante seguir un orden en el entrenamiento sobre cada una de ellas para asegurar un buen control postural antes de enfrentarse a superficies que supongan un mayor desafío. De esta forma podrían mejorar de manera progresiva las condiciones de cada sujeto independientemente de que el objetivo sea la rehabilitación de una lesión o mejorar el equilibrio de un sujeto sin patología.

Revisiones anteriores han demostrado los beneficios del entrenamiento del balance tanto para la prevención de lesiones del MI como para la rehabilitación de esguinces de tobillo^{18, 22-24}. Sin embargo, carecemos de evidencia sobre la progresión que debería seguirse durante los programas de rehabilitación y el entrenamiento. Los fisioterapeutas se han guiado de otras pruebas de evaluación y de la intuición a la hora de aplicar las distintas herramientas a lo largo de las sesiones, por ello son necesarios estudios que propongan y evidencien la eficacia de seguir un orden en su aplicación. En cuanto al entrenamiento del balance, debería comenzarse por el entrenamiento en posición de apoyo bipodal e ir progresando hasta obtener una condición de apoyo unipodal en condición de ojos cerrados controlada y así aumentar progresivamente la dificultad aumentando las demandas del sistema somatosensorial, vestibular y visual mediante las distintas superficies, siguiendo un orden desde las superficies rígidas a blandas y desde las superficies estáticas a las móviles^{6,36,37}.

Este estudio presenta una serie de limitaciones que nos impiden plantear una pauta específica para la rehabilitación de sujetos con IFT y el entrenamiento de sujetos sanos. No se realizó ninguna prueba que midiera la forma en que fueron ejecutadas las pruebas. Además, a través de este estudio no podemos obtener la comparación entre las respuestas obtenidas al realizar estas mismas pruebas en condiciones de apoyo bipodal y monopodal. Futuras investigaciones deberían tener en cuenta estos aspectos para poder plantear una guía eficaz que sirviera para poder aplicar en los distintos ámbitos y contextos que abarca la fisioterapia.

4. CONCLUSIÓN

Los resultados de este estudio muestran hallazgos relevantes para la práctica clínica, tanto para la evaluación como el tratamiento y la prevención de sujetos que puedan presentar IFT. El test de apoyo unipodal y el tiempo son dos formas sencillas y rápidas de llevar a cabo una evaluación en la práctica clínica y como se ha podido comprobar los sujetos sin IFT son capaces de mantener esta posición durante más tiempo que aquellos que si presentan esta condición clínica, por lo que podría servir para orientar el diagnóstico en un primer momento.

Podemos afirmar en base a los resultados, que el test de apoyo unipodal cuando es evaluado sobre el BOSU con OA podría evaluar la capacidad de balance de sujetos con IFT al ser comparado con el miembro no afecto y por otro lado respecto al miembro dominante de sujetos sin alteraciones propioceptivas. Sin embargo, por el tamaño de la muestra y las limitaciones ya mencionadas anteriormente del presente trabajo, está en duda el tiempo de corte que debemos tener en cuenta como medida para obtener un diagnóstico diferencial adecuado y las condiciones óptimas en las que el test debería ser llevado a cabo, ambas requieren más investigaciones al respecto. Además, se obtuvieron diferencias significativas entre grupos, sobre el suelo y el foam, con OC. Probablemente, el test de apoyo unipodal en estas condiciones también podría contribuir a valorar la capacidad de balance en sujetos con IFT, sin embargo por no haber diferencias significativas intragrupo, estas medidas deberían ser comparadas con los tiempos de sujetos sin IFT por lo que los resultados no serían tan específicos para evaluar el miembro lesionado.

El BOSU también obtuvo resultados positivos para evaluar la capacidad de balance durante el test de apoyo unipodal con OA, entre miembro dominante y no dominante de los sujetos sanos, debido a que fue el único caso en el que el presentaron diferencias significativas en los tiempos. A pesar de que el miembro dominante tuvo mayor capacidad de mantener el equilibrio en esta prueba, las desviaciones de las medias indican la necesidad de seguir estudiando acerca de esta opción y por lo tanto está en duda si el BOSU podría emplearse para medir la capacidad de balance en sujetos sanos, entre el miembro dominante con respecto al no dominante. Sin embargo, estos hallazgos podrían cobrar relevancia en la práctica clínica y servir de guía a la hora de planificar el entrenamiento de sujetos sin alteraciones de tobillo.

En definitiva, podríamos concluir que la capacidad de balance en los sujetos con IFT cuando es evaluada sobre el BOSU con los OA durante el test de apoyo unipodal es menor en comparación a la capacidad del miembro dominante de los sujetos que no padecen esta lesión. Y que a falta de estudios que confirmen estos hallazgos, el BOSU podría emplearse en un futuro como herramienta para el diagnóstico mediante el registro de tiempo en sujetos con IFT. Además, esta capacidad de mantener el equilibrio durante el test de apoyo unipodal también es menor en el miembro con IFT cuando se evalúa sobre una superficie dura y el foam con OC.

Podemos por lo tanto confirmar que el BOSU supone mayor exigencia para mantener el equilibrio durante el test de apoyo unipodal con respecto a otras superficies cuando se realiza con OA y mayor aún, cuando se realiza con OC tanto para sujetos con IFT como sujetos que no padezcan esta lesión. El registro de tiempo fue menor para ambos grupos cuando se evaluó sobre el BOSU, a pesar de que el grupo de sanos obtuvo mejores

resultados y valores significativos en comparación al grupo con IFT cuando el test fue realizado con OA.

Por último, las diferencias obtenidas entre las superficies demuestran que es necesario seguir investigando para establecer un orden a la hora de aplicar las distintas superficies en los diferentes procesos fisioterápicos. Sin embargo, este trabajo puede orientarnos sobre la progresión que debería estudiarse o algunos de los aspectos que deberían de considerarse antes de plantear cualquier ejercicio o tratamiento. Siendo el BOSU en condición de OC la superficie más desafiante, pues ninguno de los participantes fue capaz de superar los 6 segundos durante el test de apoyo unipodal.

5. BIBLIOGRAFÍA

1. Fernando D, Cardozo R, Antonio J, Casas C, Andrea P, Sauza Rodríguez N. Approach of ankle sprain for the general physician. *Rev. Univ. Ind. Santander*. 2015 [citado 22 de junio de 2018];47(1) 85-92. Disponible en: <http://www.scielo.org.co/pdf/suis/v47n1/v47n1a11.pdf>
2. Gribble PA, Bleakley CM, Caulfield BM, Docherty CL, Fourchet F, Tik-Pui Fong D, et al. Evidence review for the 2016 International Ankle Consortium consensus statement on the prevalence, impact and long-term consequences of lateral ankle sprains. *Br J Sport Med [Internet]*. 2016 [citado 22 de junio de 2018];50:1496-505. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1136/>
3. Chan KW, Ding BC, Mroczek KJ. Acute and chronic lateral ankle instability in the athlete. *Bull NYU Hosp Jt* 2011;69 (1) 17-26. Disponible en: <http://hjdbulletin.org/files/archive/pdfs/238.pdf>
4. Garrido Chamorro P ÁR, Lorenzo Garnés Ros A F Pérez San Roque J Llorens Soriano P Correspondencia GM. Lesiones de tobillo: diferencias entre lesiones deportivas y no deportivas Ankle injuries: differences between sport and non sport injuries. 2005 [citado 22 de junio de 2018];3(2):87-100. Disponible en: <http://www.sld.cu/galerias/pdf/sitios/rehabilitacion/lesiones-tobillo.pdf>
5. Chamorro G, Cesteros P, Soriano L. Epidemiología de las lesiones deportivas atendidas en urgencias. *Emergencias*. 2009;21:5-11.
6. La Touche Arbizu R, Escalante Raventós K, Martín Urrialde JA. Actualización en el tratamiento fisioterápico de las lesiones ligamentosas del complejo articular del tobillo. *Fisioterapia [Internet]*. abril de 2006 [citado 22 de junio de 2018];28(2):75-86. Disponible en: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0211563806740287>
7. Salcedo Joven I, Sanchez González A, Carretero B, Herrero M, Mascías C, Panadero Carlavilla F. Medicina integral : medicina preventiva y asistencial en el medio rural. [Internet]. *Medicina Integral. IDEPSA*; 1980 [citado 7 de septiembre de 2018]. Disponible en: <http://www.elsevier.es/es-revista-medicina-integral-63-articulo-esguince-tobillo-valoracion-atencion-primaria-11659>
8. Linens SW, Ross SE, Arnold BL, Gayle R, Pidcoe P. Postural-stability tests that identify

- individuals with chronic ankle instability. *J Athl Train* [Internet]. 2014 [citado 3 de julio de 2018];49(1):15-23. Disponible en: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/24377958>
9. Viladot Voegeli A. Functional anatomy and biomechanics of the ankle and foot. *Rev Esp Reumatol* 2003;30(9):469-77. Disponible en: <http://www.elsevier.es/es-revista-revista-espanola-reumatologia-29-articulo-anatomia-funcional-biomecanica-del-tobillo-13055077>
 10. Krähenbühl N, Horn-Lang T, Hintermann B, Knupp M. The subtalar joint: a complex mechanism. *EFORT Open Rev* [Internet]. 2017;2(7):309-16. Disponible en: <http://www.efortopenreviews.org/lookup/doi/10.1302/2058-5241.2.160050>
 11. Martín Urrialde JA, Patiño Núñez S, Bar del Olmo A. Inestabilidad crónica de tobillo en deportistas. Prevención y actuación fisioterápica. *Rev Iberoam Fisioter y Kinesiología* [Internet]. julio de 2006 [citado 7 de septiembre de 2018];9(2):57-67. Disponible en: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S1138604506731173>
 12. Hertel J. Functional Anatomy, Pathomechanics, and Pathophysiology of Lateral Ankle Instability. *J Athl Train* [Internet]. diciembre de 2002 [citado 25 de junio de 2018];37(4):364-75. Disponible en: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/12937557>
 13. Mettler A, Chinn L, Saliba SA, McKeon PO, Hertel J. Balance training and center-of-pressure location in participants with chronic ankle instability. *J Athl Train* [Internet]. abril de 2015 [citado 22 de junio de 2018];50(4):343-9. Disponible en: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/25562457>
 14. Arnold BL, De La Motte S, Linens S, Ross SE. Ankle instability is associated with balance impairments: A meta-analysis. *Med Sci Sports Exerc.* 2009;41(5):1048-62.
 15. Al-Mohrej OA, Al-Kenani NS. Chronic ankle instability: Current perspectives. *Avicenna J Med* [Internet]. 2016 [citado 7 de septiembre de 2018];6(4):103-8. Disponible en: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/27843798>
 16. Chrintz H, Falster O, Roed J. Single-leg postural equilibrium test. *Scand J Med Sci Sports* 1991;1:244-6.
 17. Freeman MAR, Dean MRE, Hanham IWF. the Etiology and Prevention of Functional Instability of the Foot. *J Bone Joint Surg Br* [Internet]. 1965;47-B(4):678-85. Disponible en: <http://online.boneandjoint.org.uk/doi/10.1302/0301-620X.47B4.678>

18. Lee A, Lin W, Huang CH. Impaired proprioception and poor static postural control in subjects with functional instability of the ankle. *J Exerc Sci Fitness*. 2006;4(2):117 – 25.
19. Simon J, Donahue M, Docherty CL. Critical review of self-reported functional ankle instability measures: A follow up. *Phys Ther Sport* [Internet]. 2014 [citado 25 de marzo de 2018];15:97-100. Disponible en: https://ac.els-cdn.com/S1466853X13000357/1-s2.0-S1466853X13000357-main.pdf?_tid=045349d0-3030-4f02-908f-d8231331b9ae&acdnat=1521997349_9d154788b3c762ac1dc25afa990e3306
20. Hiller CE, Refshauge KM, Bundy AC, Herbert RD, Kilbreath SL. The Cumberland Ankle Instability Tool: a report of validity and reliability testing. *Arch Phys Med Rehabil* 2006;87:1235-41.
21. Cruz-Díaz D, Hita-Contreras F, Lomas-Vega R, Osuna-Pérez MC, Martínez-Amat A. Cross-cultural adaptation and validation of the Spanish version of the Cumberland Ankle Instability Tool (CAIT): An instrument to assess unilateral chronic ankle instability. *Clin Rheumatol*. 2013;32(1):91-8.
22. McKeon PO, Hertel J. Systematic review of postural control and lateral ankle instability, part II: is balance training clinically effective? *J Athl Train* [Internet]. 2008 [citado 22 de junio de 2018];43(3):305-15. Disponible en: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/18523567>
23. Pope M, Chinn L, Mullineaux D, McKeon PO, Drewes L, Hertel J. Spatial postural control alterations with chronic ankle instability. *Gait Posture* [Internet]. junio de 2011 [citado 22 de junio de 2018];34(2):154-8. Disponible en: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0966636211001391>
24. Sierra-Guzmán R, Jiménez J, Ramírez C, Esteban P, Abián-Vicén J. Effects of Synchronous Whole Body Vibration Training on a Soft, Unstable Surface in Athletes with Chronic Ankle Instability. *International Journal of Sports Medicine*. 2017;38(06):447-455. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/28486729> .
25. Paterno M V., Myer GD, Ford KR, Hewett TE. Neuromuscular Training Improves Single-Limb Stability in Young Female Athletes. *J Orthop Sport Phys Ther* [Internet]. 2004;34(6):305-16. Disponible en: <http://www.jospt.org/doi/10.2519/jospt.2004.34.6.305>

26. Behm, D.G, Drinkwater, E.J, Willardson, J.M, Cowley. PM. The use of instability to train the core musculature. *Appl. Physiol* 2010; 35 (1); 91-108.
27. Svetlana NepocaTych , Caroline J. KeTchaM, Srikant VallaBhaJoSula GB, department. sway , stability , functional ability and flexibility in women. *J Sports Med Phys Fitness*. 2018;58(1):27-34.
28. Bigsby K, Mangine RE, Clark JF, Rauch JT, Bixenmann B, Susaret AW, et al. Effects of postural control manipulation on visuomotor training performance: comparative data in healthy athletes. *Int J Sports Phys Ther* [Internet]. agosto de 2014 [citado 25 de marzo de 2018];9(4):436-46. Disponible en: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/25133072>
29. Lee D, Kim H, An H, Jang J, Hong S, Jung S et al. Comparison of postural sway depending on balance pad type. *Journal of Physical Therapy Science* [Internet]. 2018 [citado 8 September 2018];30(2):252-57. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5851357/>
30. Gosselin G, Fagan M. Foam pads properties and their effects on posturography in participants of different weight. *Chiropractic & Manual Therapies* [Internet]. 2015 [citado 8 Septimbre 2018];23(1):2. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4308009/>
31. Brian c. Nairn , Chad a. Sutherland and janessa d.m. drake. Motion and muscle activity are affected by instability location during a squat exercise. *J of Strength Cond Res*. 2017;31(3):677-85.
32. Lubetzky-Vilnai A, McCoy SW, Price R, Ciol MA. Young Adults Largely Depend on Vision for Postural Control When Standing on a BOSU Ball but Not on Foam. *J Strength Cond Res* [Internet]. octubre de 2015 [citado 25 de marzo de 2018];29(10):2907-18. Disponible en: <https://insights.ovid.com/crossref?an=00124278-201510000-00030>
33. Hertel J. Sensorimotor Deficits with Ankle Sprains and Chronic Ankle Instability. *Clin Sports Med*. 2008;27(3):353-70.
34. Beighton P, Horan F. Orthopaedic aspects of the Ehlers-Danlos syndrome. *J Bone Joint Surg Br*. 1969 Aug;51(3):444-53.
35. Van Melick N, Meddeler BM, Hoogeboom TJ, Nijhuis-van der Sanden MWG, van Cingel REH. How to determine leg dominance: The agreement between self-reported and observed performance in healthy adults. *PLoS One* [Internet]. 2017 [citado 22 de

junio de 2018];12(12):e0189876. Disponible en:
<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/29287067>

36. Strøm M, Thorborg K, Bandholm T, Tang L, Zebis M. Ankle joint control during single-legged balance using common balance training devices - implications for rehabilitation strategies. 2016;11(3):388-99.
37. Stanek JM, Meyer J, Lynall R. Single-Limb-Balance Difficulty on 4 Commonly Used Rehabilitation Devices. 2013;288-95.
38. Hazime, FA, Allard, P, Ide, MR, Siqueira, CM, Amorim, CF, and Tanaka, C. Postural control under visual and proprioceptive perturbations during double and single limb stances: Insights for balance training. *J Bodyw Mov Ther* 2012; 16: 224-29.

6. ANEXOS



ANEXO I. Consentimiento informado

A través de este documento se le solicita participar en el Proyecto de investigación “El BOSU como herramienta de valoración en la inestabilidad funcional de tobillo”, tutorizado por M^a Teresa Mingo y Cristian Caparrós, pertenecientes a la Universidad de Soria y Universidad de Talca respectivamente.

El Proyecto planteado tiene como objetivo principal determinar la capacidad de balance en el test de apoyo unipodal sobre el BOSU en sujetos jóvenes con inestabilidad funcional de tobillo. En base al objetivo y a los criterios establecidos durante el procedimiento del Proyecto su participación es pertinente y por ello se le solicita su consentimiento informado a través del presente documento.

Al colaborar usted con esta investigación, deberá tratar de mantener el equilibrio durante el mayor tiempo posible sobre superficies de diferente estabilidad, con apoyo monopodal con los ojos abiertos y cerrados. Las mediciones se realizarán a través del tiempo que los sujetos permanecen sobre la superficie. Además, se tomarán mediciones de peso, talla, la distancia trocánter-suelo y se medirá el rango articular del tobillo. Deben completar un cuestionario para determinar la inestabilidad funcional de tobillo. Al aceptar el consentimiento permite que los datos obtenidos sean empleados para su análisis y posterior publicación de los resultados. La actividad durará aproximadamente 20 minutos y se realizará en una única sesión en el Laboratorio de análisis de movimiento humano de la Universidad de Talca, durante la jornada universitaria.

Los alcances y resultados esperados de esta investigación permiten conocer las diferencias entre sujetos en la capacidad que tienen para mantener el equilibrio sobre diferentes superficies y en distintas condiciones, obteniendo una serie de resultados estadísticos, por lo que los beneficios reales o potenciales que usted podrá obtener de su participación en la investigación son el conocimiento sobre su capacidad de equilibrio. Sin embargo, el mayor beneficio es hacia el área de Kinesiología que aumenta su base científica y permite ser aplicada con mayor eficacia en futuros tratamientos. Además, su participación en este estudio no implica ningún riesgo de daño físico ni psicológico para usted y se tomarán

las medidas que sean necesarias para garantizar la salud e integridad física y psíquica de quienes participen en el estudio. Así mismo, es bueno que conozca los posibles riesgos implicados en la participación son posibles caídas.

Todos los datos que se recojan serán estrictamente anónimos y de carácter privados. Además los datos entregados serán absolutamente confidenciales y solo se usarán para los fines científicos de la investigación. El responsable del proyecto será, quien tomará todas las medidas necesarias para cautelar el adecuado tratamiento de los datos, el resguardo de la información registrada y la correcta custodia de estos.

Su participación no significará gasto alguno. Por otra parte, la participación en este estudio no involucra pago o beneficio económico alguno.

Antes de completar este consentimiento se le ha informado correctamente y ha comprendido el procedimiento que se llevará a cabo durante el proyecto. Si presenta dudas sobre este proyecto o sobre su participación en él, puede hacer preguntas en cualquier momento del proceso. Igualmente, puede retirarse de la investigación en cualquier momento, sin que esto represente perjuicio. Es importante que usted considere que su participación en este estudio es completamente libre y voluntaria, y que tiene derecho a negarse a participar o a suspender y dejar inconclusa su participación cuando así lo desee, sin tener que dar explicaciones ni sufrir consecuencia alguna por tal decisión.

Yo D/Dña.....con RUT.....acepto participar libremente en este estudio habiendo comprendido el procedimiento que se llevará a cabo y siendo consciente de sus objetivos y su repercusión.

Talca, a....., de.....,de 20.....

Participante

Fdo.

Investigador

Fdo.

ANEXO II. Encuesta criterios de inclusión y exclusión

Número de participante: _____

Nombre y apellidos: _____

Sexo: Mujer: Hombre:

Edad: _____ Ocupación: _____

Teléfono de contacto: _____

Email: _____

¿Realiza actividad física semanalmente ? **SI / NO** ¿Cuántas horas?: _____

¿Qué tipo de actividad física realiza? _____

¿Ha tenido alguna vez una lesión de toillo? **SI / NO**

¿ Recuerda haberse torcido el tobillo en alguna ocasión? **SI / NO**

¿Cuándo? _____

¿Conoce el diagnóstico de su lesión? **SI / NO** ¿Cuál fue?

¿Hace cuánto tiempo la padeció? _____

¿Ha vuelto a sufrir más lesiones en ese tobillo? **SI / NO**

¿Ha sufrido alguna lesión o patología en los miembros inferiores o en la columna en los últimos 12 meses? **SI / NO**

¿Cuál? _____

¿Tiene antecedentes de vértigos, mareos o presenta alguna otra patología que le haga perder el equilibrio? **SI / NO**

¿Cuál? _____

¿Recibió tratamiento fisioterápico o está recibiendo tratamiento actualmente? **SI / NO**

¿Qué tipo de tratamiento? _____

¿Presenta dolor actualmente? **SI / NO** ¿Dónde? _____

EVA: 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

¿Tiene alteraciones en la visión? **SI/ NO** ¿Las ha corregido o las tiene corregidas actualmente? **SI / NO**

¿Ha ingerido alcohol o sustancias tóxicas en las últimas 24 horas? **SI / NO**

¿Está recibiendo actualmente algún tratamiento farmacológico? **SI / NO**

¿Tiene hiperlaxitud? (TEST DE LOS 9 PUNTOS) **SI / NO**

¿Conoce el BOSU? **SI / NO** ¿Lo ha empleado anteriormente? **SI / NO**

ANEXO III. Versión Española del CAIT²¹

Por favor, marque en cada pregunta la ÚNICA afirmación que describa mejor sus tobillos

	IZQUIERDO	DERECHO	Puntuación
<p>1. Tengo dolor en el tobillo:</p> <p>Nunca. Durante/cuando hago deporte. Corriendo en superficies irregulares. Corriendo en superficies niveladas. Caminando/andando en superficies irregulares. Caminando/andando en superficies niveladas</p>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<p>5 4 3 2 1 0</p>
<p>2. Siento el tobillo inestable:</p> <p>Nunca. Algunas veces durante la práctica del deporte (no siempre). Frecuentemente durante la práctica del deporte (siempre). Algunas veces durante la actividad diaria. Frecuentemente durante la actividad diaria</p>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<p>4 3 2 1 0</p>
<p>3. Cuando hago giros bruscos, el tobillo se siente INESTABLE:</p> <p>Nunca. Algunas veces cuando corro. A menudo cuando corro. Cuando caminando.</p>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<p>3 2 1 0</p>
<p>4. Cuando bajo las escaleras, el tobillo se siente INESTABLE:</p> <p>Nunca. Si voy rápido. Ocasionalmente. Siempre</p>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<p>3 2 1 0</p>
<p>5. Siento el tobillo inestable cuando me apoyo sobre una pierna:</p> <p>Nunca. Sobre el pulpejo del pie. Con el pie plano (completamente apoyado)</p>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<p>2 1 0</p>
<p>6. El tobillo se siente INESTABLE cuando:</p> <p>Nunca. Doy saltos pequeños de un lado al otro. Doy saltos pequeños sobre un mismo punto. Cuando salto</p>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<p>3 2 1 0</p>
<p>7. El tobillo se siente INESTABLE cuando:</p> <p>Nunca. Cuando corro sobre superficies irregulares. Cuando corro suave/trote sobre superficies irregulares. Cuando camino sobre superficies irregulares. Cuando camino sobre una superficie plana.</p>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<p>4 3 2 1 0</p>
<p>8. TÍPICAMENTE, cuando se me empieza a torcer el tobillo, puedo pararlo:</p> <p>Inmediatamente. A menudo. Algunas veces. Nunca. Nunca me he doblado el tobillo</p>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<p>3 2 1 0 3</p>
<p>9. Después del TÍPICO incidente de doblarme el tobillo, el tobillo /éste vuelve a la "normalidad":</p> <p>Casi inmediatamente. En menos de un día. 1-2 días. Más de 2 días. Nunca me he doblado el tobillo</p>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<p>3 2 1 0 3</p>

NOTA. La escala de puntuación está en la derecha. El sistema de puntuación no está visible en la versión del participante

ANEXO IV. Test de hiperlaxitud de los 9 puntos.

Criterios de Beighton³⁴

- 1- Hiper-extensión de los codos de más de 10°
- 2- Tocar en forma pasiva, el antebrazo con el pulgar, teniendo la muñeca en flexión.
- 3- Extensión pasiva de los dedos o extensión del dedo meñique a más de 90°.
- 4- Hiper-extensión de rodillas de 10° o más.
- 5- Tocar el suelo con las palmas de las manos al agacharse sin doblar las rodillas, actualmente o en el pasado.

ANEXO V. Ficha de evaluación

Nº de participante: _____

Consentimiento informado SI NO

Puntuación obtenida en el CAIT: _____

Grupo: IFT 1/control 2

Test del golpeo de balón: D / I

Alteración del ROM: SI / NO

Medidas antropométricas

Peso (Kg):

Talla(cm):

Distancia Trocánter-Suelo(cm):

Orden aleatorio de las pruebas

Bosu-Foam-Dura Bosu-Dura-Foam Foam-Bosu- Dura

Foam-Dura-Bosu Dura-Foam-Bosu Dura-Bosu-Foam

Pruebas realizadas

sujeto	grupo	D_OA	D_OC	F_OA	F_OC	B_OA	B_OC

GRUPO= 1=IFT
 2=SANO

D_OA=Superficie Dura Ojos Abiertos; D_OC=Superficie Dura Ojos Cerrados; F_OA=Foam Ojos Abiertos; F_OC=Foam Ojos Cerrados; B_OA=BOSU Ojos Abiertos; B_OC=BOSU Ojos Cerrados

Observaciones o consideraciones durante las
pruebas:_____
